

Pengaruh *High Pressure* Kompresor Terhadap Performansi Sistem Refrigerasi Dengan Menggunakan R-134a Dan Refrigeran Hidrokarbon

¹Puji Saksono, ²Budha Maryanti

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

Jl. Pupuk Raya PO BOX 335 Balikpapan. Telp./Fax. 0542-764205

Email : saksono_puji@yahoo.co.id; budha_maryanti@yahoo.com

Abstract

This general refrigeration system is used to conserve food and refreshing of air. The useful of refrigeration system depends of maximal performance this from main component as compressor, condensor, expansion device and evaporation. This research aims to know how the big high pressure compressor to its value performance. The examination is conducted by using appliance test system of refrigeration system which has been modified with the equipments of control. The refrigerant used of two variant different (R-134a and hidrocarbon refrigerant). Result of research shows that high pressure or compressor discharge from both refrigerant variant of different, the influence for value of COP (coefficient of performance), and the economical of electric energy consumption.

Keywords: refrigerant variant, high pressure compressor, COP.

Abstrak

Pada umumnya sistem refrigerasi digunakan untuk mengawetkan makanan dan penyegaran udara. Pemanfaatan sistem refrigerasi sangat tergantung dari kinerja maksimal komponen utamanya seperti kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh high pressure kompresor terhadap nilai performansinya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji dari sistem refrigerasi yang telah dimodifikasi dengan peralatan kontrol. Adapun refrigeran yang digunakan yaitu dua jenis yang berbeda (R-134a dan refrigeran hidrokarbon). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai high pressure atau discharge kompresor dari kedua jenis refrigeran tersebut berbeda, yang tentunya akan mempengaruhi nilai COP (coefficient of performance) dan penghematan konsumsi energi listrik.

Kata kunci: Jenis refrigeran, high pressure kompresor, COP.

1. Pendahuluan

Sistem refrigerasi dan pengkondisian udara banyak digunakan di dunia industri makanan, transportasi, kesehatan maupun rumah tangga. Refrigeran yang umum dipakai pada saat ini mengandung senyawa sintetik HCFC (*Hydrochlorofluorocarbon*) seperti R-22, senyawa CFC (*Chlorofluorocarbon*) seperti R-12 dan HFC (*Hidrofluorocarbon*) seperti R-134a yang memiliki sifat-sifat yang baik ditinjau dari segi teknik seperti: kestabilan yang tinggi, tidak mudah

terbakar, tidak beracun dan relatif mudah didapat.

Refrigeran HFC walaupun tidak mempunyai unsur *chlor* yang dapat merusak lapisan ozon tetapi mengandung unsur *fluor* yang dapat menimbulkan pemanasan global (*Global Warming Potential/GWP*) apabila refrigeran tersebut terlepas ke atmosfer.

Pemakaian hidrokarbon sebagai refrigeran pengganti merupakan salah

satu alternatif solusi untuk mengatasi masalah ini, karena refrigeran hidrokarbon tidak mempunyai efek negatif terhadap lingkungan.

Dengan demikian *retrofit* merupakan penggantian refrigeran yang lebih ramah lingkungan, di samping kelebihan lainnya yaitu dengan *retrofit* secara teoritis dan dapat dibuktikan secara eksperimen akan menghasilkan nilai COP (*coefficient of performance*) yang lebih tinggi, sehingga efisiensi dari sistem refrigerasi akan semakin lebih baik.

Pemanfaatan sistem refrigerasi sangat tergantung dari kinerja maksimal komponen utamanya seperti kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa besar pengaruh *high pressure* kompresor terhadap performansi sistem refrigerasi dengan menggunakan R-134a dan hidrokarbon ?

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari pengaruh *high pressure* kompresor terhadap performansi sistem refrigerasi sehingga proses *retrofit* dari R-134a ke refrigeran hidrokarbon dapat dilakukan. Sedangkan manfaat penelitian sebagai media karya ilmiah bagi peneliti untuk dapat mengembangkan keilmuannya di bidang teknik refrigerasi.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

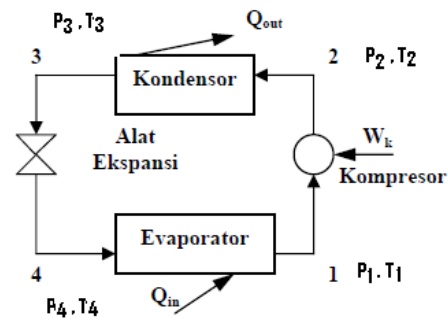
Penelitian dilakukan pada bulan Januari s/d Juni 2014 di laboratorium mesin pendingin program studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan.

2.2. Bahan dan Alat

Adapun perlengkapan dan alat penelitian yang digunakan adalah:

1. Satu unit alat uji sistim refrigrasi yang sudah dimodifikasi dengan menambahkan perangkat alat ukur (*pressure and temperature gauge*)
2. Pompa vakum

3. *Gauge manifold*
4. Termometer (digital)
5. Timbangan refrigeran (digital)
6. Refrigeran R-134a merk Klea dan hidrokarbon merk Mesicool (MC-134) produksi Pertamina
7. *Leak detector* (alat uji kebocoran refrigeran)
8. *Multimeter* (Gigital)
9. Peralatan workshop



Gambar 1 Skema unit alat uji sistem refrigerasi



Gambar 2. Refrigeran R-134a dan hidrokarbon MC-134

2.3. Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan uji sistim refrigerasi dan perlengkapan lainnya
2. Sistim divakum terlebih dahulu dengan menggunakan pompa vakum
3. Melakukan pengisian refrigeran R-134a sampai isian penuh
4. Menghidupkan alat uji sampai dengan kondisi *steady state*.
5. Mencatat hasil pengukuran T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , P_1 , P_2
6. Mengulang semua langkah dengan menggunakan refrigeran MC-134.

2.4. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian:

1. Variabel bebas, yang meliputi:
 - Jenis Refrigeran (R-134a dan Hidrokarbon MC-134)
 - *High pressure* (Psi)
 - Interval waktu (menit).
2. Variabel terikat, yang meliputi:
 - Kerja Kompresi [kJ/kg]
 - Efek Refrigerasi [kJ/kg]
 - Kuat arus [Ampere]
 - COP (*coefficient of performance*)
3. Variabel Kontrol, yang meliputi:
 - Temperatur ruang uji 28-30 °C.

Sanyo yang telah ditambah dengan alat ukur *pressure* dan *temperature* dengan data:

1. *Type* Kompresor: *Reciprocating / Piston*
2. Model Kompresor : Model Terbuka
3. Jenis Kompresor : Hermetik
4. Daya Kompresor : 1/3 PK
5. *Rated Current* : 0,5 A – 0,9 A (~220V).

Data diperoleh dari pengujian langsung pada saat *freezer* beroperasi (*running*) dengan mode *high* pada *switch* yang terdapat pada *freezer*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Alat Uji

Unit alat uji yang digunakan dalam pengujian adalah *freezer* merek

3.2. Data hasil pengujian siklus ideal

Tabel 1. Data hasil pengujian dengan menggunakan refrigeran R-134a

No.	Menit ke-	P ₁ (<i>Low pressure</i>) [Psi]	P ₂ (<i>High pressure</i>) [Psi]	T ₁ [°C]	T ₂ [°C]	T ₃ [°C]	T ₄ [°C]	Kuat Arus [Ampere]
1	10	15	188	22	60	37	-10	0,99
2	20	8	180	20	63	36	-16	0,97
3	30	5	170	19	65	35	-19	0,95
4	40	4	160	17	67	35	-23	0,94
5	50	3	150	15	70	34	-25	0,93

Tabel 2. Data hasil pengujian dengan menggunakan refrigeran hidrokarbon MC-134

No.	Menit ke-	P ₁ (<i>Low pressure</i>) [Psi]	P ₂ (<i>High pressure</i>) [Psi]	T ₁ [°C]	T ₂ [°C]	T ₃ [°C]	T ₄ [°C]	Kuat Arus [Ampere]
1	10	15	170	20,0	60,0	34,0	-15,6	0,92
2	20	10	168	19,3	61,2	33,6	-18,8	0,88
3	30	5	166	19,0	64,0	33,1	-21,4	0,87
4	40	4	164	18,4	64,4	32,3	-26,5	0,85
5	50	3	160	17,2	65,0	32,0	-34,2	0,84

Dengan menggunakan tabel sifat-sifat cairan dan uap jenuh refrigerant R-134a dan MC-134 didapatkan:

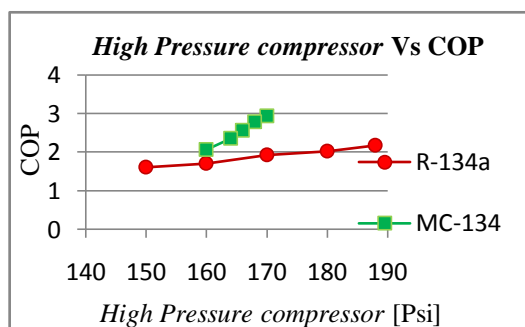
Tabel 3. Hasil pengolahan data dengan refrigeran R-134a.

No.	Enthalpy (kJ/kg)			w = Kerja Kompresi $h_2 - h_1$ [kJ/kg]	q_{rc} = Efek Refrigerasi $h_1 - h_4$ [kJ/kg]	q_{rj} = Kalor keluar Kondensor $h_2 - h_3$ [kJ/kg]	COP= $(h_1 - h_4)/$ $(h_2 - h_1)$
	h_1	h_2	$h_3=h_4$				
1	361,321	423,184	226,697	61,863	134,624	196,487	2,17
2	357,920	423,667	225,036	65,747	132,884	198,631	2,02
3	355,889	424,255	223,748	68,366	132,141	200,507	1,93
4	350,457	425,824	221,984	75,367	128,473	203,840	1,70
5	347,866	427,862	219,281	79,996	128,595	208,581	1,61

Tabel 4. Hasil pengolahan data dengan refrigeran hidrokarbon MC-134

No.	Enthalpy (kJ/kg)			w = Kerja Kompresi $h_2 - h_1$ [kJ/kg]	q_{rc} = Efek Refrigerasi $h_1 - h_4$ [kJ/kg]	q_{rj} = Kalor keluar Kondensor $h_2 - h_3$ [kJ/kg]	COP= $(h_1 - h_4)/$ $(h_2 - h_1)$
	h_1	h_2	$h_3=h_4$				
1	552,470	642,740	286,440	90,270	266,030	356,300	2,94
2	549,110	643,810	285,260	94,700	263,850	358,560	2,79
3	544,760	646,620	284,120	101,860	260,640	362,500	2,56
4	538,280	646,940	281,980	108,660	256,30	364,960	2,36
5	528,040	647,580	281,120	119,540	246,920	366,460	2,06

3.3. Pembahasan

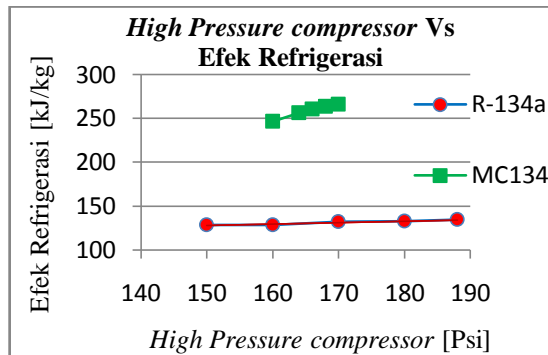


Gambar 1. Grafik perbandingan *High Pressure compressor* terhadap Nilai COP

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat disimpulkan bahwa kenaikan *high pressure compressor* setelah melewati kompresor pada kedua jenis refrigeran berbanding lurus terhadap kenaikan nilai *Coefisien Of Performance* (COP).

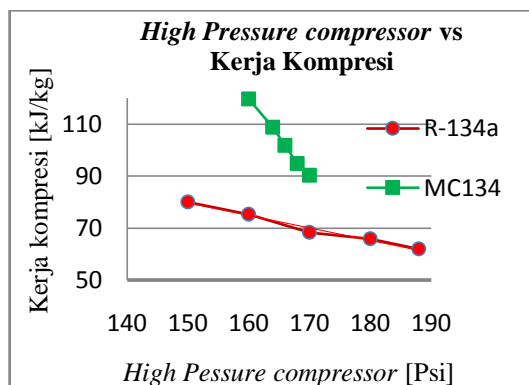
Nilai COP yang paling tinggi menggunakan refrigeran hidrokarbon sebesar 2,94 pada saat *high pressure compressor* sebesar 170 Psi. Sedangkan dengan menggunakan R-134a hanya sebesar 2,17 walaupun

high pressure compressor sebesar 188 Psi.



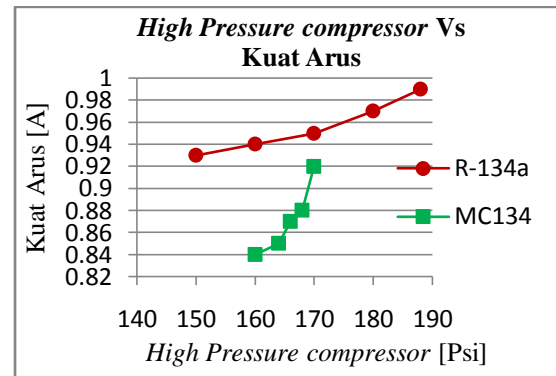
Gambar 2. Grafik Perbandingan *High Pressure compressor* terhadap Efek Refrigerasi

Gambar 2 merupakan grafik yang menunjukkan bahwa kenaikan *high pressure compressor* berbanding lurus juga dengan kenaikan efek refrigerasi pada evaporator baik menggunakan refrigeran R-134a maupun hidrokarbon.



Gambar 3. Grafik perbandingan *High Pressure compressor* terhadap Kerja Kompresi

Gambar grafik di atas menunjukkan bahwa kenaikan *high pressure compressor* pada kedua jenis refrigeran berbanding terbalik terhadap nilai kerja kompresi. Semakin tinggi nilai *high pressure compressor* maka semakin terjadi penurunan nilai kerja kompresi, sehingga kerja kompresor semakin ringan.



Gambar 4. Grafik perbandingan *High Pressure compressor* terhadap Kuat Arus

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat di simpulkan bahwa kenaikan *high pressure compressor* setelah melewati kompresor pada kedua jenis refrigeran (R-134a dan hidrokarbon) akan terjadi kenaikan nilai kuat arus (konsumsi penggunaan energi listrik).

Dari keempat gambar grafik di atas (1, 2, 3 dan 4) menunjukkan bahwa pemakaian refrigeran hidrokarbon MC-134 isian penuh terjadi kestabilan nilai *high pressure* kompresor antara 160 s/d 170 Psi. Sedangkan untuk pemakaian refrigeran R-134a terjadi perbedaan yang besar yaitu antara 150 s/d 188 Psi.

Pada pemakaian refrigeran hidrokarbon MC-134 besaran nilai kuat arus yaitu antara 0,84 s/d 0,92 Ampere (184,8 s/d 202,4 watt). Sedangkan pada pemakaian refrigeran R-134a sebesar 0,93 s/d 0,99 Ampere (204,6 s/d 217,8 watt).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dan analisa pembahasan dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada pemakaian refrigeran hidrokarbon MC-134 isian penuh terjadi kestabilan nilai *high pressure* kompresor antara 160 s/d 170 Psi. Sedangkan untuk pemakaian refrigeran R-134 terjadi perbedaan yang besar yaitu antara 150 s/d 188 Psi.
2. *High Pressure* keluaran kompresor berpengaruh terhadap performansi di dalam sistem refrigerasi yang dapat dilihat dari besaran nilai COP (*coefficient of performance*).

3. Terjadi penghematan konsumsi energi listrik pada pemakaian refrigeran hidrokarbon MC-134 yang ditunjukkan oleh besaran nilai kuat arus yaitu antara 0,84 s/d 0,92 Ampere (184,8 s/d 202,4 watt) dibandingkan dengan pemakaian refrigeran R-134a sebesar 0,93 s/d 0,99 Ampere (204,6 s/d 217,8 watt).

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih ditujukan kepada PT. Pertamina (Persero) Balikpapan yang telah memberikan bantuan refrigeran hidrokarbon merk Musicool (MC-134) untuk penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

Arismunandar, W dan Saito, H, 2002, *Penyegaran Udara*, Cetakan ke-6, PT. Pradnya, Paramita, Jakarta.

Dincer, I., 2003, *Refrigeration System and Application*, Wiley, England.

Handoko K., 2004, *Alat Kontrol Mesin Pendingin*, PT. Ichtiar Baru, Jakarta.

Herlianika, H, 2005, *Eksperimen Dengan Alat Peraga Refrigerasi Dasar*, PT. Ardhika Widya Utama, Bandung.

Moran J. Michael & Shapiro, N, 2006, Howard, *Fundamentals of Engineering Thermodynamics* 5th Edition. John Wiley & Son Ltd. England.

Pasek, A.D., 2007, *Retrofit Sistem Refrigerasi Dan Pengkondisian Udara Ramah Lingkungan*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.

Stocker, W.F., 1996, *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*, Erlangga, Jakarta.

Trott A.R. & Welch T.C., 2000, *Refrigeration & Air-Conditioning* Third Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford.